Ensaios de Geografia
Essays of Geography | POSGEO-UFF

A FLECHA DO ESPAÇO-TEMPO E A TOTALIDADE EM TOTALIZAÇÃO

THE SPACE-TIME ARROW AND TOTALITY IN TOTALIZATION

Luís Henrique Ramos de Camargo[1]
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
geocamargo@ig.com.br/geocamargo64@yahoo.com

Resumo

Este artigo, que nasce de uma revisão teórico-conceitual atravessou diferentes campos do saber, em uma proposta transdisciplinar, tem como objetivo apresentar a flecha do espaço-tempo como elemento fundamental para a compreensão analítica dos fluxos de energia e matéria que sistemicamente integram a sociedade com seu meio natural, alterando diretamente a evolução planetária. Para escolha do método, rejeitamos o pensamento cartesiano-newtoniano, por entender que a sua fragilidade conceitual fragmenta o espaço em relação ao tempo e que se baseia em um universo máquina preciso e linear. Por isso, a pesquisa optou pela leitura da realidade sistêmica-quântica. Essa epistemologia, por sua vez, proporcionou a compreensão de fenômenos como a integração do espaço com o tempo, a imprevisibilidade, a interconectividade e a auto-organização. No desenvolvimento da pesquisa e após um debate conceitual inicial, visando consolidar nossa hipótese, foi proposto um cotejamento entre solos agrícolas ecológicos e não ecológicos. Essa escolha se deu devido à atividade agrícola ser a primeira, após o surgimento do Holoceno, a gerar grandes impactos sobre o ambiente. Dessa forma, percebendo a importância do lugar e de suas relações integradas com a natureza, foi demostrado que solos não ecológicos geram grande instabilidade nos sistemas naturais que o circundam, podendo criar processos irreversíveis aos mesmos. Esse mecanismo se deve a esse tipo de manejo se utilizar de grande quantidade de energia externa com maquinário, agrotóxicos, irrigação artificial, alteração do processo de produção, dentre outras questões. Por essas razões, as áreas de agricultura não ecológicas acabam emitindo grandes instabilidades para as outras esferas naturais que a circundam, podendo gerar processos irreversíveis e que agora, ao lado de outros processos, demonstram a evolução do planeta em um novo patamar de organização ecológico-geológico conhecido como Antropoceno. Por sua vez, solos ecológicos que possuem sistemas em equilíbrio próximo ao natural, por não se vincularem a grandes fluxos energéticos, acabam mantendo antigos padrões de organização, não colaborando para efetivar grandes alterações no desenvolvimento da(s) flecha(s) do espaço-tempo do planeta.

Palavras-chave: Espaço-tempo; Complexidade; Evolução.

Abstract

[1] Professor Associado do curso de Geografia da UERJ – Campus Duque de Caxias. ORCID id: https://orcid.org/0000-0002-2604-7128.

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

This paper, which arises from a theoretical-conceptual review and which crossed different fields of knowledge, in a transdisciplinary proposal, aims to present the arrow of space-time as a fundamental element for the analytical understanding of the flows of energy and matter, which systematically integrate the society with its natural environment, and directly alter planetary evolution. For the choice of method, we reject Cartesian-Newtonian thinking because we understand its conceptual fragility, which fragments space in relation to time and which is based on a precise and linear machine universe. Therefore, for this research, the method of reading the systemic-quantum reality was chosen. This epistemology, in turn, provided an understanding of phenomena such as the integration of space with time, unpredictability, interconnectivity and self organization. In the development of the research and after a first conceptual debate, aiming to consolidate our hypothesis, a comparison between ecological and non-ecological agricultural soils was proposed. This choice was due to agricultural activity being the first, after the emergence of the Holocene, to generate major impacts on the environment. Thus, when realizing the importance of the place and its integrated relations with nature, it was shown that non-ecological soils generate great instability in the natural systems that surround it, being able to create irreversible processes in them. Such mechanism is due to the fact that this type of management uses a large amount of external energy with machinery, pesticides, artificial irrigation, alteration of the production process, among other issues. For such reasons, non-ecological areas of agriculture end up emitting great instabilities to the other natural spheres that surround them, which may generate irreversible processes and that now, alongside other processes, show the evolution of the planet in a new level of ecological-geological organization known as Anthropocene. In turn, ecological soils that have systems in balance close to natural balance, as they are not linked to large energy flows, end up maintaining old patterns of organization, and do not collaborate to effect major changes in the development of the arrow(s) of space-time on the planet.

Keywords: Space-time; Complexity; Evolution.

Introdução

Como ocorre a evolução da natureza? Qual o sentido da dinâmica dos fluxos de energia e matéria planetários? Existe mudança criativa ou vivemos em um universo máquina que nos prende ao eterno retorno? Heráclito ou Parmênides? Newton ou Leibniz? Bergson ou Einstein?

Este artigo, desenvolvido em um estágio pós-doutoral no LAGESOLOS-UFRJ, tem o objetivo de, a partir de uma revisão teórico-conceitual, trazer à comunidade científica o significado da flecha do espaço-tempo como elemento analítico fundamental na compreensão dos fluxos de energia e matéria que atravessam o planeta e que trazem, por auto-organização, o que está por vir.

Para consolidar essa meta, a pesquisa não se apoiou na leitura cartesiana-newtoniana-baconiana, tendo em vista que, neste paradigma, tanto o espaço como o tempo são elementos próprios, funcionando de forma separada. Sendo assim, buscando compreender a flecha do espaço-tempo, se tornaria impossível alcançar nosso objetivo.

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

Nesse sentido, optamos pela coerência da visão sistêmica-quântica. Nesta forma de se perceber a ciência, conceitos como interconectividade, imprevisibilidade, acaso, auto-organização, dentre outros, passam a representar uma realidade e não apenas uma especulação.

Dentro dessa perspectiva epistemológica e metodológica, entendendo a dinâmica sistêmica e diferenciada dos mecanismos de energia e matéria, optou-se pelo conhecimento dos fluxos termodinâmicos diferenciados tanto pelo espaço e suas relações geossistêmicas como pelo seu teor dissipativo.

A integração existente entre espaço e tempo se liga, então, a características que dimensionam um novo olhar sobre a Terra. Nessa perspectiva, o espaço devido às suas características locais e específicas, encontra um tempo singular de dissipação dos seus fluxos envolvidos em uma rede de relações integradas às esferas naturais.

Procurou-se então um exemplo que explicasse essa demanda, e que permitisse a compreensão da dinâmica da(s) flecha(s) do espaço-tempo. Logo, foi escolhido um cotejamento entre solos agrícolas ecológicos e não ecológicos. Essa opção se deu devido à dinâmica agrícola ser a primeira manifestação humana que causou grande impacto no ambiente, surgida após o Pleistoceno, e que se manifesta até hoje atravessando o Holoceno e chegando ao Antropoceno.

Solos, como veremos, são sistemas abertos que trocam constantemente energia e matéria envolvendo todos os sistemas naturais e, portanto, possuem uma dinâmica específica representada pelos seus fluxos. Consequentemente, à medida em que as técnicas artificiais foram cada vez mais se incorporando ao processo produtivo, mais a atividade agrícola interferiu na evolução da dinâmica do equilíbrio planetário.

No caso, a pesquisa demonstrará que solos que possuem o manejo não ecológico, devido a seu aparato técnico e organizacional, dimensionam maiores trocas energéticas com as esferas naturais, trazendo assim maiores instabilidades e muitas vezes provocando processos irreversíveis ao conjunto sistêmico.

Por sua vez, sistemas agrícolas ecológicos dimensionam estruturas mais próximas dos sistemas naturais, provocando pouca alteração na dinâmica que envolve as esferas naturais em seus processos de mudança.

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

Nesse sentido, a pesquisa verifica que existem diferentes flechas do espaço-tempo relacionais aos seus lugares, e que associam a natureza com a sociedade. Essa variedade de possibilidades espaço-temporais, fluem integradamente e de forma acrônica, assim como na interpretação de Copenhague e, portanto, podendo gerar diferentes respostas imprevisíveis.

Para desenvolver a hipótese e transformá-la em realidade, a pesquisa atravessou alguns campos conceituais e de pesquisa literária que se sucederam. Inicialmente foi apresentada ao leitor às características sistêmicas do planeta. Esse processo foi necessário para que, em uma etapa posterior, entrássemos no campo epistemológico quântico apresentando assim a dialética da totalidade em totalização. Em uma terceira etapa, como complemento, foi aprofundada a questão dos geossistemas por aumento de complexidade. Sendo assim, a pesquisa buscou aplicar, nas duas etapas seguintes, os conceitos anteriores propondo um cotejamento entre solos agrícolas ecológicos e não ecológicos; por fim, apresentamos o debate final em torno da flecha do espaço-tempo

Sendo uma pesquisa teórica e conceitual, a mesma foi desenvolvida a partir de levantamentos bibliográficos específicos. Neste caso, percorremos autores da área da Geografia (humana e ambiental), da Filosofia, do pensamento sistêmico e da Física, dentre outras leituras, sempre visando sua transdisciplinaridade.

A busca de artigos foi feita em sites como researchgate.net e sci-hub.se. e nas bibliotecas virtuais de algumas universidades federais nacionais. Devido à pandemia do COVID-19 (SARS-Cov-2), foram pesquisados livros principalmente de acervo pessoal e outros foram adquiridos nas poucas livrarias abertas neste período. Mesmo assim, não puderam ficar ausentes clássicos como: Newton (1987), Kant (1999), Bertalanffy (1968), Khun (1970), Prigogine e Stengerls (1984), Atlan (1992), Hawking (2015), Santos (1997 e 2014), Whitehead (1978) e Morin (1977). Outros autores também foram fundamentais no desenvolvimento da pesquisa, como Primavesi (1990 e 2016), Araújo, Guerra e Almeida (2007), Guerra e Mendonça (2012), Dutra-Gomes e Vitte (2017), Drew (2002) Mendes (2020 e 2020a), entre outros.

Buscando o estado da arte da questão da flecha do espaço-tempo, foram encontradas diferentes pesquisas que normalmente envolviam a questão do espaço-tempo

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

sem se referir ao que estamos desenvolvendo nessa pesquisa. Em geral, as pesquisas que se aproximavam do nosso objetivo, se limitavam ao debate da flecha do tempo. Acreditamos que isso se deve, provavelmente, a maior parcela das pesquisas ter sido desenvolvida por físicos e não por geógrafos.

Por outro lado, remetendo à questão do espaço-tempo, foram encontradas diferentes pesquisas de diversos campos profissionais como Geografia, Filosofia, Biologia e, principalmente, no campo da Física, porém, não foi verificada a importância de conhecer a dinâmica da flecha do espaço-tempo como elemento crucial para o andamento e desenvolvimento do futuro equilíbrio planetário e para nossa sobrevivência como espécie.

Como em geral os aspectos encontrados se distanciaram de nossa perspectiva, destacamos a pesquisa desenvolvida por Weinert (2013) que corrobora nossa hipótese ao investigar como as setas do tempo podem ser medidas objetivamente no espaço-tempo. Para realizar essa investigação, o autor propôs considerar as setas locais e globais do tempo. Como método investigativo, o mesmo também buscou o conhecimento dos parâmetros termodinâmicos para regiões específicas. Todavia, limitou a pesquisa a conhecer a dinâmica do tempo, ou seja, se ele se comporta em blocos estáticos como na leitura cartesiana-newtoniana.

O planeta Terra e a dinâmica integrada sociedade-natureza

A Terra é um macro sistema constituído de diferentes subsistemas regidos pelas suas interações (SILVA, 2008). Essa característica norteia a interdependência das partes que formam o conjunto do planeta e que possuem conexão de forma direta ou tênue, sendo impossível compreender qualquer aspecto isolado sem referência a sua função como parte de um conjunto maior (DREW, 2002). Nessa dinâmica, cada subsistema, de forma singular, possui diferentes escalas de espaço-tempo e agem trocando energia e matéria entre si buscando sintropias constantes (CAMARGO, 2005; 2020).

Nesse macro mecanismo envolvendo todo planeta em diferentes escalas, as quatro esferas naturais (hidrosfera, litosfera, atmosfera e biosfera) desenvolvem entre si fluxos

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

de trocas constantes de energia e matéria, o que segundo Dutra-Gomes e Vitte (2017), sugere, pela sua complexidade, uma dinâmica que está na gênese do movimento rompendo com a ideia tridimensional cartesiana-newtoniana, referenciando os processos como uma quarta dimensão do espaço-tempo (CAMARGO, 2012).

Essa dinâmica complexa forma assim micro, meso e macro redes que se complementam e evoluem conjuntamente na dialética homem-natureza, pois, como ensina Capra e Standl-Rast (1991), não existem partes em absoluto, apenas *links* de interconectividade. Por isso, o planeta evolui como um todo, integradamente.

Esse movimento que envolve as esferas naturais e integra às mesmas a influência do homem sobre o planeta pode ser visualizado na dinâmica ordem – desordem – reorganização e reordenamento (MORIN, 1977). A ordem se associa ao estado de estabilidade momentânea; por sua vez, com as constantes trocas geradas pelos fluxos interno e externo, associado ao *feedback* existente entre os sistemas, os mesmos se interpenetram trazendo desordem, e assim o sistema caminha em busca de um novo estado de estabilidade. Nesse novo padrão surge uma nova organização.

Essa dinâmica, segundo Morin (1977), faz parte da natureza; no entanto, a intervenção do homem na evolução da Terra faz defletir, em nível muito indefinível, a direção das correntes de energia trazendo, assim, lógicas complexas que fogem ao alcance humano. A evolução é constante propondo um movimento acrônico e descontínuo envolvendo diferentes elementos e escalas.

Com o fim do Pleistoceno (e da era glacial) e com a chegada do Holoceno e da possibilidade de sedentarismo, as áreas de plantio formaram as primeiras grandes descontinuidades relativas aos fluxos geossistêmicos. Esse mecanismo (ao lado de outras ações antrópicas), se desenvolveu de forma relacional ao avanço da humanidade até a revolução industrial inglesa, tendo em vista que ela representou uma grande ruptura dos hábitos e das formas de produzir (PELLOGIA, 2015).

Ocorre que, com a revolução industrial inglesa (século XVIII), alterações exponenciais foram difundidas no espaço a partir das novas lógicas temporais que redimensionaram os lugares. Para Paula e Mello (2019), as sociedades pré-industriais não

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

alteraram em grande magnitude os ecossistemas e tão pouco suas forças produtivas econômicas e sociais mudaram tanto a natureza como em nossos dias.

Nos três séculos seguintes, a população aumentou dez vezes atingindo seis bilhões. A população bovina subiu para 1,4 milhões produzindo gás metano e cerca de 30 a 50% da superfície do planeta hoje é explorada, bem como o uso de energia cresceu 10 vezes no último século, causando 160 milhões de toneladas de emissão de CO_2. Nesse sentido, acompanhando o Antropoceno, difundiu-se sobre o planeta uma dinâmica espaço-temporal de alteração em rede do mecanismo sistêmico planetário de grande magnitude (MENDES, 2020a; 2020b).

Mendes (2020b) acredita que a transição do Holoceno para o Antropoceno representa uma radical descontinuidade nos fluxos naturais e demonstra o afastamento do planeta do comportamento natural esperado, pois a Terra não segue um processo sequencial linear e, sim, apresenta uma dinâmica acrônica, nascida da sua natureza sistêmica. Cearreta *et.al*. (2019) também acreditam que a partir do Antropoceno, a ação humana gerou mudanças irreversíveis no planeta alterando a dinâmica do meio ambiente, onde suas consequências serão percebidas por muitos séculos a frente.

Ponte e Szlafsztein (2019) definem essa nova era como uma marca deixada pela humanidade na superfície terrestre tornando-a humanizada. Por isso, para os autores, as transformações geradas nos sistemas naturais ao criarem padrões inexistentes trazem também novas espécies, estruturas, processos e formas naturais que se instalam e evoluem, estabelecendo novas dinâmicas de proporções e escalas variadas.

Segundo Mendes (2020a), a própria ideia do Antropoceno está enraizada na concepção da Terra como um sistema complexo, definido por diferentes ciclos físicos em interação com os grandes fluxos de energia que sustentam a vida no planeta. Para o autor, o Antropoceno implica a atividade geofísica da humanidade afetando uma grande escala que foge do local, alcançando todo planeta e envolvendo as esferas naturais como a litosfera, a biosfera, a atmosfera e a criosfera.

Pensamento quântico, espaço-tempo e a dialética da totalidade em totalização

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

Khun (1970) ensina que quando um paradigma científico não funciona mais para explicar a realidade ele deve ser substituído. Propomos aqui uma pequena análise da necessária ruptura com o paradigma clássico e a importante reflexão a partir de uma nova leitura da realidade.

Para Newton (1987), o tempo era absoluto, verdadeiro e matemático, fluindo sempre por si mesmo sem relação com coisa externa alguma; assim como o espaço absoluto, também sem nenhuma relação externa, permaneceria sempre imóvel e semelhante, logo, repetitivo e preso a antigos padrões que garantem ao habitante da Terra a ideia de estabilidade (DAVIES, 1999).

Dando continuidade a essa visão que dimensionará o estruturalismo no século XX, Kant (1999) trazia a ideia de que o espaço é uma representação dada *a priori*; sendo assim, que decorreria da nossa percepção da realidade. A lógica em Newton e Kant, que remete a um espaço similar a uma caixa vazia e de um tempo que segue linearmente sem sofrer influencias externas, traz a dimensão do universo tridimensional sem criatividade, onde o tempo se isola do espaço.

Contudo, apesar de Leibniz (1746-1716) em sua época ter desenvolvido a ideia de espaço relacional, somente a partir das pesquisas de Minkowski (1864-1909) em seu *continuum* do espaço-tempo e da Teoria da Relatividade de Einstein (1879 -1955), o conceito de tempo e de espaço sofreram uma brusca alteração (SITE, 2010). Hawking (2015) ensina que a relatividade geral combina a dimensão temporal com as três dimensões do espaço para formar o espaço-tempo, trazendo outra forma de se perceber a realidade.

Assim, a noção de totalização para Santos (1997 e 2014), em sua análise dos processos, fundamentada em Whitehead (1978), demonstra que os mesmos podem ser, assim como a interpretação de Copenhague, acrônicos envolvendo o espaço-tempo. O movimento descontínuo dos processos que envolvem a forma, a estrutura e suas respectivas funções liga a totalização do espaço a ser refletida nas quatro esferas naturais em um processo único evolutivo.

Essa totalidade estruturada, real, é uma realidade acabada, contudo, que busca sempre um novo reordenamento auto-organizado. A totalidade está em movimento

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

constante de busca de outro patamar de equilíbrio, dimensionando a sua realidade como uma integridade momentânea (SANTOS, 2014). Para Kosik (2002), totalidade é a realidade de um todo estruturado que foi construído dialeticamente. Assim, nossa pesquisa se apropria dessas máximas para entender a totalidade como uma construção que integra o social ao natural, criando um só processo geossistêmico evolutivo. Afinal, as alterações nas formas-conteúdo, não alterariam também a dimensão dos seus fluxos de energia e matéria para o conjunto das esferas naturais?

Importante compreender então, que essa totalidade construída representa um momento específico se tornando uma totalidade concreta e que se transforma em estrutura. A materialização do processo de uma totalidade concreta está na instantaneidade e universalidade a partir da integração sociedade-natureza que acaba desmantelando a organização geossistêmica anterior, gerando um novo padrão sistêmico evolutivo (SANTOS, 1997). Para Kosik (2002, p. 59) "a concepção genético-dinâmica da totalidade é pressuposto da compreensão racional do surgimento de uma nova qualidade".

Mas como apreender essa dinâmica espacial-natural de forma a visualizar sua realidade concreta? Essa resposta se liga a própria essência existente nas características de cada forma-conteúdo, pois pensando na singularidade de cada lugar, podemos refletir sobre sua integração relacional com diferentes perfis geossistêmicos em evolução espiralada. Essa lógica demonstra que um sistema em evolução possui diferentes caminhos descontínuos e que percorrem espaço-tempo próprio, onde a não linearidade se associa às possibilidades futuras que nascem das diferentes probabilidades, fruto da auto-organização conjunta (CHISTOFOLETTI, 1999).

Geossistemas em evolução

Em Sotchava, um geossistema é uma dimensão do espaço terrestre aonde os diversos componentes naturais se encontram em conexões sistêmicas uns com os outros, interagindo com a esfera cósmica e com a sociedade humana (CHRISTOPHERSON, 2017).

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

Tendo como base a aplicação da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1968) às quatro esferas naturais, Dutra-Gomes e Vitte (2017) trazem a ideia da complexidade gerando novas considerações para a compreensão dos fluxos geossistêmicos que, nesse sentido, dialeticamente, evoluem por sintropia.

Como os geossistemas interagem com a espécie humana e pensando em sua complexidade, como propõe Dutra-Gomes e Vitte (2017), ao inserimos nos geossistemas complexos o conceito de totalidade em totalização, encontramos a integração sociedade-natureza necessária.

Desse modo, a dinâmica espaço-temporal geográfica se associa ao próprio movimento que a natureza propõe e está aqui a essência inicial da flecha do espaço-tempo. Ao integrarmos a totalização de um determinado espaço geográfico (local) à dinâmica da complexidade existente nas quatro esferas (ou cinco, se contarmos com a criosfera) veremos a evolução conjunta por auto-organização.

E como se desenvolve(m) esse(s) processo(s)? Para Prigogine e Stengerls (1984; 1996) e Prigogine (1978; 2008), os sistemas naturais são abertos e estão na base do não-equilíbrio, sendo assim, a influência das ações da humanidade gera processos dissipativos energéticos específicos. Esses processos caracterizam as inter-relações sociedade-natureza e, com isso, conferem uma nova significação à irreversibilidade e logicamente à flecha do espaço-tempo.

Cada combinação de variáveis suscita respostas relacionais às mesmas. As formas-conteúdo de cada lugar responderão de forma impar às quatro esferas que agem em busca da evolução por aumento de complexidade. Devemos lembrar que, em cada lugar, a interconectividade das esferas naturais é singular.

Outra questão crucial em nossa pesquisa é a compreensão de que, além dessa característica própria, no caso do manejo da natureza, essa conectividade obedecerá a regras que se ligam a quais técnicas são desenvolvidas em cada processo, pois é graças às mesmas que as respostas (no conjunto das esferas naturais) serão também diferenciadas na geração de diferentes percursos da flecha do espaço-tempo. Logo, um solo ecológico e um solo com manejo cartesiano, mesmo em áreas com semelhança pedológica e climática, terão fluxos de trocas de energia e matéria diferenciados. A ação da política

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

econômica, que liga às políticas ambientais e no trato agrícola, gera, assim, maiores ou menores instabilidades para os fluxos planetários.

A flecha do espaço-tempo: solos agrícolas

O processo de Pedogênese e sua relação com os agentes intempéricos na formação dos solos demonstra a interconectividade atmosfera-hidrosfera-litosfera-biosfera (TOLEDO, 2003). No entanto, solos agrícolas representam a ação do homem, diretamente interferindo nessa escala natural.

Primavesi (1990; 2016) discute intensamente a necessidade de se pensar o cultivo respeitando a uma metodologia que veja os solos como um conjunto sistêmico. Ela descreve os diferentes fatores do solo, dentro do contexto ecológico, verificando também complicadas e complexas inter-relações com outros fatores ambientais. Nesse sentido, a autora demonstra como ganhos em produtividade são muito diferentes nos sistemas de manejo ecológicos, em relação aos sistemas que obedecem a modelos que propõem à natureza um manejo que usa elementos tóxicos e maquinário pesado.

Em sua crítica, Primavesi (1990) vê a metodologia ligada à ciência clássica tendo uma leitura de manejo dos solos como algo imutável e estático e, discordando da mesma, remete à compreensão da constante evolução dos solos. Por isso, solos ecológicos, visando obter produtividade, devem ser sadios e equilibrados em todos seus fatores, inclusive com a fauna local. Os mesmos não podem possuir nada tóxico e devem ser agregados de forma que o ar e a água possam penetrar (COSTA, 2017).

Verifica-se nesse sentido que o solo ecologicamente equilibrado possui pouca dissipação energética, levando em consideração que é um sistema quase fechado, tendo pouca demanda energética externa. Portanto, esses solos pouco ou quase nada contribuem para o dimensionamento de processos que gerem instabilidade nas outras esferas naturais (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Drew (2002, p. 145) nos traz o conceito de agricultura que significa “a arte de perturbar o equilíbrio da natureza de modo mais seguro para nosso benefício”. Por isso a imputação de energia externa ao manejo agrícola com agrotóxicos, fertilizantes artificiais,

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

maquinário pesado e irrigação acaba se relacionando a descontinuidade em relação a fluxos energéticos, podendo gerar grande instabilidade no sistema, interferindo negativamente em seu equilíbrio. Essa relação com subsistemas adjacentes, em geral, quando desenvolvidas a partir de grandes fluxos de energia, traz constantes desequilíbrios ao conjunto, podendo criar patamares irreversíveis. A esse respeito, Araújo *et.al.* (2007) verificam que o mau uso dos solos leva a degradação, o que torna a recuperação do solo muito mais difícil.

Agricultura com introdução de grande energia externa

Nessa seção, propomos uma nova leitura para os problemas que serão relatados e que são conhecidos de todos. Desse modo, adotamos como método de análise a epistemologia sistêmica-quântica.

Tendo sua gênese a partir de processos geomorfológicos e pedológicos, os solos comportam-se como sistemas abertos e dinâmicos, sendo atualmente estudados, inclusive, por análises sistêmicas. Segundo Guerra e Mendonça (2012), solos são sistemas abertos à medida em que ganham e perdem matéria e energia além de suas fronteiras. Sendo assim, a degradação dos mesmos a partir de práticas agrícolas incorretas, pode levá-los, muitas vezes, a processos irreversíveis.

Um exemplo das consequências do mau uso agrícola dos solos, no caso brasileiro, é a frequente substituição de áreas agrícolas pela pecuária extensiva como denuncia Guerra e Mendonça (2012) em trechos dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais dentre outros cantos do Brasil.

Nesse sentido, o uso para áreas de pastagem, tendo em vista que os solos possuem relação intrínseca com os outros sistemas, acarretará em alteração também na dinâmica de trocas com o meio natural, gerando novos padrões de organização nos geossistemas, que, por aumento de complexidade, trazem novos mecanismos de sintropia evolutiva.

Mafra (1999, p. 307) denuncia que, o maior problema da erosão de terras agrícolas "consiste na eliminação da capa superficial do solo, aonde está sua matéria orgânica e frações de minerais finos, os quais garantem a nutrição indispensável ao crescimento dos

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

vegetais". Assim sendo, ao ser eliminada a cobertura vegetal, todo equilíbrio natural representado pelo trinômio água-solo-planta se redimensiona. Por essa razão, Mafra (1999) alerta que a perda progressiva dos solos tem levado também à perda progressiva do ambiente como um todo. Essa perda, em uma relação sistêmica, ou geossistêmica, acarretará novas relações de trocas diferenciadas e, portanto, as respostas da natureza também podem alcançar patamares imprevisíveis e irreversíveis.

Segundo Araújo, et al. (2007), somente 11% da área mundial não apresentam limitações para uso agrícola e, por isso, denunciam como extremamente grave o problema da degradação dos mesmos no sentido, até mesmo, de que sua reversibilidade é muito pouco provável. Segundo os autores, somente em 1990 práticas agrícolas inadequadas contribuíram para a degradação de 562 milhões de hectares, ou seja, 38% dos 1,5 bilhão de hectares de terras agricultáveis do planeta.

Araújo, et al. (2007) verificam que o processo erosivo provoca diferentes alterações químicas e físicas no sistema solo. As alterações causadas pelo esgotamento dos solos, como consequência das práticas agrícolas em que ocorre grande penetração de energia externa, possui destaque no processo químico com a perda de nutrientes do solo, principalmente o Nitrato, o Fósforo e o Potássio (NPK). Outra questão relevante, está na aplicação excessiva de pesticidas e fertilizantes, que além de poderem acidificar os solos, reduzindo drasticamente seu potencial agrícola, tendem a contaminar o lençol freático, gerando diferentes problemas no equilíbrio ambiental local.

A irrigação, buscando maior umidade nos solos, pode acabar alterando o nível de lixiviação e a própria química dos solos, levando a influências diretas e indiretas na vegetação e na fauna que a circundam. À vista disso, tanto o escoamento como a evaporação podem se associar tanto à geração da salinização como também à cheia de rios por aumentar a sua carga em solução (ARAÚJO, *et.al*. 2007).

Segundo Araújo, et al. (2007, p. 32) "o superpastoreio, por exemplo, destrói a cobertura vegetal do solo, causa compactação e acelera a invasão de espécies arbustivas indesejáveis".

Sendo assim, desmatamento, superpastoreio, remoção da cobertura vegetal para o cultivo, uso de máquinas, condução do gado, encurtamento do pousio, irrigação errada,

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

entrada excessiva de água, drenagem insuficiente, excesso de fertilização ácida, uso excessivo de produtos químicos, entre outros, são fatores geradores de grandes instabilidades sistêmicas.

Christofoletti (1999) e Gomes (1999) trazem a afirmação de que o estado crítico de auto-organização, que se caracteriza por leis de escala temporal e espacial, é encontrado automaticamente após o sistema em evolução ser minimamente perturbado. Atlan (1992) ainda reforça essa lógica, observando que o fenômeno da auto-organização se relaciona ao aumento de complexidade, que é simultaneamente estrutural (pois está atrelado às singularidades de cada lugar) e funcional (demonstrando que diferentes funções agrícolas, por exemplo, encontrarão respostas diferenciadas).

Ao alterar a dinâmica natural, imputando as variáveis relacionadas à energia externa para a lavoura, a principal característica da natureza desabrocha: a imprevisibilidade, demonstrando assim que a sintropia entre a sociedade e a natureza gera a evolução, tornando impossível fragmentar a humanidade do seu meio natural.

A diferença dos sistemas pertencentes à dinâmica linear e a termodinâmica é que a irreversibilidade está contida na base da evolução descontínua, pois para os sistemas termodinâmicos, longe do equilíbrio, não existe o controle, a previsibilidade linear e a coerência ulterior. A termodinâmica do equilíbrio, para Prigogine e Stengerls (1984 e 1996) foi a primeira resposta dada pela física ao problema da complexidade da natureza.

Evolução e a flecha do espaço-tempo

Como se manifesta a evolução? Como ela é impulsionada? Esse mecanismo pode ser compreendido a partir da lógica encontrada em Morin (1977), trazendo a Teoria dos Compartimentos, no qual um sistema consiste em subunidades com certas condições de fronteiras entre as quais pode ocorrer transporte de energia e matéria. Assim, grandes fluxos de energia externa imputados nos sistemas agrícolas, por exemplo, tendem a crescer exponencialmente em busca do aumento de sua complexidade.

Esse holomovimento, que pode ser visto nos solos, por exemplo, se efetiva em relação ao conjunto, sendo o mesmo, nascido das imposições organizacionais que

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

acontece em um universo de silêncio ao nível de suas partes interconectadas. Existe, aqui, a dualidade entre o que emerge e o que está imerso. Essa dinâmica, que acontece em rede, se propaga reordenando o todo, tanto no espaço como no tempo (MORIN, 1977).

A integração entre espaço e tempo de Einstein fica visível em solos que sofrem alteração de sua identidade por aumento de complexidade, pois se modifica de forma integrada o espaço e o tempo de dissipação. Einstein sabia que as questões do espaço-tempo e da matéria estavam ligadas. Hoje devemos entender que a estrutura do espaço-tempo está ligada à irreversibilidade e ao nascimento de novos padrões evolutivos de organização (PRIGOGINE, 1978; 2008). Como está no Tao, o que nos interessa é o caminho, como ele é percorrido em decorrência da dialética existente entre o Yin e o Yang (LAO-TSÉ, 2004).

Conclusão

Vivemos a espera de padrões repetitivos, padrões que nos tragam segurança para o dia de amanhã. Por sua vez, essa pesquisa, que não se prendeu a uma leitura da realidade a partir da lógica cartesiana-newtoniana, procurou demonstrar, a partir de um debate conceitual aplicado, que o planeta evolui continuamente desenvolvendo um movimento acrônico e que pode apresentar muitas vezes imprevisibilidade.

Nessa perspectiva, objetivamos demonstrar que existe(m) (uma) flecha(s) do espaço-tempo, que se direciona(m) a partir dos constantes fluxos de energia e matéria que o planeta descreve envolvendo a relação sociedade-natureza. Para essa demonstração, a partir de uma leitura sistêmica-quântica, cotejamos solos ecológicos e solos não ecológicos. Neste caso, tornou-se óbvio que solos que apresentaram manejo não ecológico forneceram às esferas naturais muito mais instabilidades do que os solos ecológicos.

Solos não ecológicos, devido ao seu grande movimento energético, podem ser geradores de mudanças irreversíveis e, portanto, evolutivas em grande magnitude; por sua vez, solos ecológicos, apresentando sistemas quase fechados, logicamente fornecem às outras esferas naturais muito menos instabilidades, não proporcionando processos

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

irreversíveis. Nota-se aqui duas características do que está no porvir e, por conseguinte, da flecha do espaço-tempo.

Esta pesquisa, fruto de um estágio pós-doutoral, verifica que a partir das características de cada forma-conteúdo e das técnicas usadas neste local, respostas específicas ditarão também flechas do espaço-tempo singulares a esses mecanismos.

As ações da humanidade demandam fluxos energéticos que sintropicamente se harmonizam com o meio natural, onde o artificial se naturaliza em um só conjunto evolutivo. Em função disso, a aplicação dessa compreensão à *physis* da flecha do espaço-tempo remete necessariamente à análise dialética da relação sociedade-natureza em diferentes escalas.

Espaço e tempo são elementos integrados e manifestam-se em uma dinâmica própria e singular, onde sistemas de ações e de objetos se combinam ao meio natural para demonstrar o sentido de sua flecha do espaço-tempo, colaborando, assim, com o próprio movimento planetário. Por isso, o lugar assume sua postura frente à relação dialética sociedade-natureza, tendo em vista as ações decorrentes da lógica de cada pedaço do planeta Terra.

A direção da flecha do espaço-tempo é fruto da manifestação da complexidade existente em cada lugar, tendo em conta que ele tem na ação da intencionalidade humana um mecanismo que integra dialeticamente às características geossistêmicas do lugar a cada forma-conteúdo.

O grave problema que se apresenta, então, é a consciência de como funciona sistemicamente o planeta Terra e que, graças a nossas ações, amplia exponencialmente o desequilíbrio em relação ao passado. Rumamos, pois, exponencialmente para caminhos cada vez mais imprevisíveis.

É importante compreender que a dinâmica planetária necessita de um novo olhar não mais linear e simplista. É necessário que a ciência faça uma releitura da realidade ligando a mesma à complexidade e à singularidade de cada lugar, repensando, por isso, o próprio processo produtivo e principalmente quem somos à luz do que geramos na condição de habitantes do planeta Terra.

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

Referências

ARAÚJO, G. H. S; ALMEIDA, J. R; GUERRA, A. J. T. **Gestão de áreas degradadas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

ATLAN, H. **Entre o cristal e a fumaça:** ensaios sobre a organização do ser vivo. Rio de Janeiro: Zahar, 1992.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 1968.

CAMARGO, L. H. R. **A geoestratégia da natureza:** a Geografia da Complexidade e a resistência à possível mudança do padrão ambiental planetário. Rio de Janeiro: Bertrand, 2012.

CAMARGO, L. H. R. **A ruptura do meio ambiente.** Conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção de ciência: a Geografia da Complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005.

CAMARGO, L. H. R. Modelo de projeto para gestão territorial em responsabilidade socioambiental quântica: a integração comunidade, universidade e sociedade civil. **Revista brasileira de gestão ambiental e sustentabilidade,** v. 7, n.17, pp. 1101-1114, 2020.

CAPRA, F; STEINDL-RAST, D. **Pertencendo ao universo:** explorações nas fronteiras da ciência e da espiritualidade**.** 14ª ed. São Paulo: Cultrix, 1991.

CEARRETA, A. *El cambio climático durante el Antropoceno*. **EUSKONEWS, 739 ZENBAKIA**. Espanha, 2019. Disponível em: <http://www.euskonews.eus/zbk/739/el-cambio-climatico-durante-el-antropoceno/ar-0739001001C/>. Acesso em: 12 mar. 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blunchen, 1999.

CHRISTOPHERSON R. W. **Geossistemas:** uma introdução à Geografia Física 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2017.

COSTA, M.B.B. **Agroecologia no Brasil:** histórias, princípios e práticas. São Paulo: expressão Popular, 2017.

DAVIES, P. **O Enigma do tempo:** a revolução iniciada por Einstein. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

DUTRA-GOMES, R; VITTE, A. C. Geossistema e complexidade: sobre hierarquias e diálogos entre os conhecimentos. **Ra'ega: O espaço geográfico em análise.** Curitiba: v.4, pp. 149-164, 2017.

GOMES, M. A. F. Criticalidade auto-organizada. In: NUSSENVEIG, M. et al. **Complexidade e caos**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COPEA, 1999, pp. 94-110.

GUERRA, A. J. T. & MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J.T. **Reflexões sobre a geografia física do Brasil,** 2012, pp. 225-251.

HAWKING, S. **Uma breve história do tempo**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

KANT, I. **Crítica da razão pura**. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

KHUN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1970.

KOSIK, K. **A dialética do concreto**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

LAO-TSÉ. **Tao te ching: o livro que revela Deus**. São Paulo: Martin Claret. 2004.

MAFRA, N. M. C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A.J.T. et al. (Orgs). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, pp.301-320.

MENDES, J. O "Antropoceno" por Paul Crutzen & Eugene Stoermer. Anthropocenica. Revista de Estudos do Antropoceno e Ecocrítica, [S. l.], v. 1, 2020. DOI: 10.21814/anthropocenica.3095. Disponível em: https://revistas.uminho.pt/index.php/anthropocenica/article/view/3095. Acesso em: 31 ago. 2020.

MENDES, J. R. *The Antropocene scientific meaning and philosophical significance. Antropocenica*. **Revista de estudos do Antropoceno e ecocrítica 1.** Minho-Portugal, p. 71-89, 2020.

MORIN, E. **O método I:** a natureza da natureza**.** 3ª ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1977.

NEWTON, I. **Princípios matemáticos da filosofia natural**. São Paulo: Nova cultural. 1987.

PAULA, S. A.; MELLO, L. F. (2019) As mudanças ambientais e suas dimensões no Antropoceno e no Capitaloceno. Conference. In: XXI Encontro Nacional de Estudos Populacionais. São Paulo. Disponível em: <http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/3349/3208>. Acesso em**:** 2 mar. 2021.

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544

PELOGGIA, A. Os registros geológicos da ação humana e o Antropoceno -tecnógeno: a estratigrafia da arqueosfera. **XV congresso brasileiro de estudos do quaternário: ecodiversidade e seu estudo no Quaternário**. Imbé, Rio Grande do Sul, v. 2, n. 1, 2015, pp. 12-13.

PONTE, F. C; SZLAFSZTEIN, C. F. Uma interpretação geográfica conectada ao Antropoceno. **Revista caminhos de geografia.** Uberlândia, v. 20, n.70, pp. 347-366, 2019.

PRIGOGINE, I; STENGERLS, I. ***Order out of chaos:*** *man's new dialogue with nature***.** 15ª ed. *New York, Toronto, London, Sydney, Ackland*: *Bantam Books*, 1984.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas:** tempo, caos e as leis da natureza**.** 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

PRIGOGINE, I. *Time, Structure and Fluctuations*. ***Science, New Series***, v. 201, nº 4358, pp.777-785, 1 set. 1978.

PRIGOGINE, I. **O nascimento do tempo**. 2ª ed. Lisboa/Portugal: Biblioteca 70, 2008.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo:** a agricultura em regiões tropicais. 9ª ed**.** São Paulo: Nobel, 1990.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo:** solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2ª ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço:** Técnica e Tempo, Razão e Emoção**.** São Paulo: HUCITEC, 2014.

SANTOS, M. **Espaço & Método**. São Paulo: Nobel, 1997.

SILVA, C. R. **Geodiversidade do Brasil:** Conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**.** Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SITE, P. C. **Leibniz contra o vazio:** a relação entre a teoria das substâncias e o conceito de espaço. São Carlos: UFSCAR, 2010 (Tese de Doutorado).

TOLEDO, M. C. M. et al. Intemperismo e Formação do Solo. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org..). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003, p. 139-157.

WEINERT, F. ***Temporal Arrows in Space-Time***. 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280676481_Temporal_Arrows_in_Space-Time>. Acesso em: 19 maio 2021.

WHITEHEAD, A. ***Process and reality:*** *an essay in cosmology***.** *London-New York: Free Press*, 1978.

AO CITAR ESTE TRABALHO, UTILIZAR A SEGUINTE REFERÊNCIA:
CAMARGO, Luís Henrique Ramos de. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia,** Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.
Submissão em: 06/09/2020. Aceito em: 21/07/2021.
ISSN: 2316-8544